Beitrag zur Kenntnis der Bodenlandschaften Nepals

Von Prof. H. FRANZ, Wien

(Vorgelegt in der Sitzung der mathem.-naturw. Klasse am 5. Februar 1976)

Nepal liegt im zentralen Teil des sich über 3000 km Länge vom Osten nach Westen erstreckenden Himalaya-Gebirgssystems. Das nepalische Staatsgebiet reicht von der Indus-Ganges-Ebene im Süden bis zum Hauptkamm des Himalaya, im Westen noch darüber hinaus weiter nach Norden. Landschaftlich läßt sich Nepal in eine Reihe ost-west-streichender Zonen gliedern (HARKA GURUNG, 1971), deren wichtigste nachfolgend aufgezählt seien, weil ihnen die Bodenlandschaften weitgehend entsprechen. Von Süden nach Norden fortschreitend sind zu nennen:

1. Der Therai, der die Ebene und das niedere Hügelland am Südfuß des Himalaya umfaßt. Ihm gehören die 20% der Oberfläche Nepals an, die unter 300 m Seehöhe liegen. Junge Alluwionen haben hier weite Verbreitung, das Klima ist tropisch.

2. Der Therai wird im Norden durch die Chure-Kette begrenzt, deren höchste Erhebungen zwischen 750 und 1500 m, im Extrem 1800 m Seehöhe erreichen. Sie gehört geologisch der Siwalik-Zone an, deren tertiäre bis pleistozäne Sandsteine und Konglomerate das Wasser gut ableiten. Die Böden sind trocken und wenig entwickelt.

3. An die Chure-Kette schließt der Mahabharat Lekh im Norden unmittelbar an, seine Gipfel erreichen 1500 bis 2700 m. Sie bilden eine zusammenhängende Gebirgskette, die nur von wenigen engen Schluchten durchbrochen wird und die eine natürliche Barriere zwischen dem Vorland und dem Inneren des Gebirges bildet. Metamorphe Sedimente teils unbekannten, teils paläozoischen Alters sind hier von Norden steil auf die Siwalikserie aufgeschoben.

Stellenweise treten karbonatische Gesteine auf, Reste alter Bodendecken blieben vor allem auf diesen erhalten.

4. Zwischen den Mahabharat Lekh und die Hauptkette des Himalaya schiebt sich die Pahar-Zone ein, die einen 60 bis 80 km breiten Komplex von Hügeln und Tälern darstellt. Der südliche Teil des Pahar wird von ost-west verlaufenden Tälern beherrscht, die sich dem Nordhang des Mahabharat Lekh eng anschließen. Dem zentralen Pahar gehören die Beckenlandschaften von Pokhara

und Kathmandu an. Im Pahar werden die von Norden kommenden Gerinne zu drei großen Flüssen vereinigt, dem Karnali im Westen, dem Kali-Trisuli-Gandaki im Zentrum und dem Sun-Kosi-Tamar im Osten. Diese bahnen sich in drei tiefen Schluchten den Weg durch den Mahabharat Lekh nach Süden zur Indischen Ebene. Abseits von diesen drei großen Flüssen hat sich der das Kathmandutal entwässernde Bagmati-River einen Weg durch den Mahabharat Lekh gebahnt. Von den Böden der Pahar-Zone wird im folgenden vorwiegend die Rede sein.

5. An die Pahar-Zone schließt im Norden der Hauptzug des Himalaya an, dem in Nepal 8 von den 10 höchsten Gipfeln der Erde angehören (HARKA GURUNG, 1971). Der Hauptzug des Himalaya ist keine zusammenhängende Gebirgskette, er ist vielmehr durch tiefe nord-süd verlaufende Täler in einzelne Gebirgsgruppen gegliedert. Die Schneegrenze liegt je nach Exposition in 5000 bis 6000 m. Kristalline Gesteine herrschen vor, die auf den höchsten Erhebungen, so am Mount Everest, von mesozoischen Sedimenten, die aus dem Tibet so weit südwärts reichen, überlagert werden.

6. Während im Osten Nepals der Hauptzug des Himalaya die Grenze gegen Tibet bildet, reicht das nepalische Staatsgebiet im Osten weiter nach Norden bis zur Tibetischen Grenzkette, deren Gipfel 6000 bis 7000 m erreichen.

Der Hauptzug des Himalaya bildet heute die Klimascheide zwischen dem vom Monsun beherrschten Gebiet im Süden und dem kontinentalen Trockengebiet, das vom Tibetischen Hochland bis zum Hauptkamm des Himalaya südwärts reicht. Nur an den Hängen der Durchbruchstäler reicht der Monsuneinfluß, durch Gebirgswälder markiert, über den Hauptkamm des Gebirges noch ein Stück nordwärts in das Trockengebiet hinein. Die Klimagrenze lag nicht immer hier, sondern noch zu Ende der letzten Eiszeit weiter südlich, wohl am Kamm des Mahabharat Lekh.

Eine Humusprobe aus der Sedimentfolge des Kathmandusees, deren Alter mittels der Radiokarbonmethode auf 12.100 v. Chr. datiert wurde (VRI — 390) ergab ein Pollenspektrum, das auf ein kühleres und zugleich trockeneres Klima als das gegenwärtig dort herrschende schließen läßt. Der Talboden muß damals vorwiegend waldfrei und mit Gräsern, Cyperaceen, aber auch *Artemisia*, bewachsen gewesen sein. An den Hängen stockten Kiefern-Eichenmischwälder (KRAL in FRANZ und KRAL, 1975).

Im Becken von Pokhara hat HORMANN (1974) mächtige Schotterablagerungen beschrieben, die zu reichgegliederten Terrassensystemen zerschnitten sind. Er weist nach, daß hier zwei, wahrscheinlich sogar drei Akkumulationsniveaus vorhanden sind,

die zwei bzw. drei Eiszeiten entsprechen. Auf der nach seiner Deutung der letzten Eiszeit entsprechenden Akkumulationsfläche der Pokhara-Schotter fand er nur 20 bis 50 cm mächtige, relativ schwach entwickelte Böden, wie auch die Böden auf den pleistozänen Seesedimenten des Kathmandu-Tales relativ schwach entwickelt sind.

An den Rändern des Pokharabeckens und des Beckens von Kathmandu wie darüber hinaus im Hügelland des Pahar sind dagegen tiefgründige rote Böden weit verbreitet. Ich fand sie westlich Pokhara auf dem Höhenrücken zwischen dem Pande-Sattel und Naudanda, ferner auf hohen Schotterterrassen der Trisuli-Khola oberhalb Trisuli-Basar, auf Hügeln, die das Kathmandubecken begrenzen und weiter östlich im Bereich von Dulikhel bis ins Sun Kosi-Tal. Auf einem Flug nach Lukhla konnte ich sie ostwärts bis zu den Hängen über der Shusti-Khola verfolgen. Hormann (1974) meldet rote Böden auf der großen Terrassenfläche von Reinaster östlich Tarkhugat an der Marsyandi-Khola. Er stellt diese Terrassenfläche „auf Grund ihres mächtigen roten Bodens“ in die vorletzte Eiszeit, dies ist aber eine reine Vermutung, denn Hormann betont selbst, daß die Terrassenfolge an der Marsyandi-Khola keine Anhaltspunkte zur Parallelisierung mit dem Pokhara-Becken bietet. H. Müller (1976) hat Rotlehmproben untersucht, die ich einerseits westlich Naudanda und anderseits in Dulikhel eingesammelt hatte. Er hat festgestellt, daß beide Böden einen übereinstimmenden Bestand an Sekundärmineralen aufweisen. Das spricht dafür, daß sie unter gleichen Bedingungen und wohl auch annähernd zur gleichen Zeit gebildet wurden. Für eine annähernd gleichzeitige Entstehung der roten Böden, die als Rotlehme zu bezeichnen sind, spricht auch ihr Vorkommen auf flachen Rücken, die offensichtlich die Reste eines flachen älteren Reliefs der Paharzone darstellen. Diese Altflächen wurden vom rezenten Entwässerungsnetz tief zerschnitten, die auf ihnen liegenden Böden stark erodiert. Die Reste der Altlandschaft machen durchaus den Eindruck, älter als letztinterglazial zu sein. Für ein höheres Alter der roten Böden spricht darüber hinaus auch der Umstand, daß Hormann (1974) auf dem der Rißeiszeit zugeordneten Gaunda-Konglomerat des Pokharabeckens nirgends Reste roter Böden gefunden hat, die sich, wenn sie darauf einmal existiert hätten, im Karstrelief der Konglomeratoberfläche sicher erhalten hätten.

Für ein höheres Alter dieser Böden spricht darüber hinaus der Umstand, daß sie die ältesten Böden darstellen, die in der Pahar-Zone vorkommen.

Reste möglicherweise noch älterer Böden sind mir in Nepal bisher nur am Chobhar-Hill bei der Zementfabrik südlich von Kathmandu begegnet.*

Der Chobar-Hill ragt aus den Sedimenten des Kathmandu-Sees, der wohl zu Ende des Spätglazials austrocknete, empor. Er bildete, als der See existierte, eine Insel, gehört aber mit seinen paläozoischen Gesteinen geologisch zum Mahabharat Lekh. Unweit unter dem Gipfel des Hügels befindet sich ein wichtiger Aufschluß, in dem paläozoischer Kalk für die Zementerzeugung abgebaut wird. Der Aufschluß zeigt eine Abfolge mehrerer durch Erosionsphasen getrennter Bodenbildungen. Das Profil zeigt folgenden Aufbau:

1. An der Basis paläozoischen Kalk bzw. paläozoische Schiefer.
2. Darüber an scharfer Erosionsgrenze auflagernd Kolluvium mit kantigen und runden Steinen, Feinmaterial zwischen diesen zu gelbem Lehm verwittert.
3. Aus dem Kolluvium durch Verwitterung entstandener fleckiger Gelblehm.
4. Darauf mit scharfer Grenze aufsitzend rotbrauner, toniger Lehm mit wenigen kantigen Steinen. Dieser rotbraune, tonige Lehm kann vielleicht das Kolluvium eines dem Rotlehm der Pahar-Zone zeitlich entsprechenden Bodens sein.
5. Tiefer am Hang des Chobar-Hill ist dieser älteren, der paläozoischen Gesteinsserie aufliegenden Bodenfolge ein mächtiges Paket von Sedimenten des Kathmandu-Sees mit Humushorizonten sowie Einschlüssen von Kiefernholzresten und fossilen Blättern angelagert. Proben dieses Sedimentpaketes wurden zur Untersuchung ihres Pollengehaltes eingesammelt, eine Holzprobe wurde zur Altersbestimmung mittels der Radiokarbonmethode an das Institut für Radiumforschung und Kernphysik der Österr. Akademie der Wissenschaften eingesandt.

Über die Ergebnisse dieser Untersuchungen wird später zu berichten sein.

Außerhalb der Pahar-Zone sind mir bisher ältere Böden in Nepal besonders im Bereich des Dud-Koshi-Tales bei Lukhla und weiter südlich auf Resten einer alten, heute hoch über dem tiefeingeschnittenen Tal liegenden Einebnungsfläche begegnet. Der Bereich von Lukhla gehört der Hauptzone des Himalaya an, die durch

* Die Exkursion zur Zementfabrik und zu anderen wichtigen Aufschlüssen in der Umgebung von Kathmandu wurde mir in freundlicher Weise durch Herrn Dr. C. L. Shrestha, Geologe am Hon'ble Prime Minister's Office in Kathmandu ermöglicht, wofür ich ihm ebenso wie für viele wertvolle Informationen und Hilfen auch an dieser Stelle herzlichst danken möchte.

tiefe Kerbtäler mit außerordentlich steilen Hängen gekennzeichnet ist. Aus dem westlichen Teil Ostnepals haben schon LOMBARD (1958) und BOESCH (1965) sehr hochgelegene Terrassen beschrieben. Der Flughafen von Lukhla und die Ortschaft selbst liegen auf einer solchen. Auch die meisten Ortschaften im Dud-Koshi-Tal liegen auf Terrassenresten und Hangverebnungen, nur wenige wie Shutje auf jungen Bachschuttkegeln. Die alten, hohen Terrassen sind von stark verlehmten, dichten Böden bedeckt, die zu Tagwasserstau neigen und vielfach Pseudogleydynamik zeigen. Sie sind, soweit sie nicht hydromorph sind, gelblichbraun gefärbt, sehr plastisch und auf den Wegen, wo sie keine Vegetation tragen, im nassen Zustand sehr schlüpfrig.

Ähnliche Böden habe ich auf den Höhen westlich Pokhara am Weg zum Goropani-Paß und auch bei Godawari am Südrand des Kathmandu-Tales gefunden. Bei Pokhara finden sie sich in höherer Lage als die Rotlehme, die kaum je 1800 m Seehöhe überschreiten. Sowohl dort wie bei Lukhla sind es Reliktböden, die sich deutlich von der rezenten Bodendecke unterscheiden.

Den rezenten Bodenklimax stellen im Monsungebiet auf Silikatgesteinen basenarme Braunerden mit auffallend mächtigen Humushorizonten dar. Sie finden sich überall in steilen Lagen des Dud-Koshi-Tales, wo die ältere Bodendecke der Abtragung anheimgefallen ist.

In hochsubalpinen Lagen oberhalb Lukhla treten sie auch in flacherem Gelände beherrschend auf, ebenso auch in subalpinen Lagen Zentralnepals, etwa im Gosainkundegebiet nördlich Kathmandu oder im Goropanigebiet westlich von Pokhara. Wo sie vor Erosion geschützt sind, erreichen sie 60 bis 80 cm Mächtigkeit, ihr humoser Mineralbodenhorizont wird mit zunehmender Seehöhe und Feuchtigkeit des Standortes mächtiger und intensiver schwarz gefärbt.

Die vorstehend mitgeteilten Beobachtungen über die Böden Nepals haben absichtlich die Kulturböden in den dichtbesiedelten Beckenlandschaften und auf den landwirtschaftlich genutzten, künstlich angelegten Hangterrassen nicht berücksichtigt. Bodengenetische Studien müssen an möglichst ungestörten Profilen durchgeführt werden, umgelagerte Böden, wie sie durch künstliche Terrassierung entstehen, sind dafür naturgemäß ungeeignet.

Die von nepalischen Fachstellen kartierten Gebiete sind verständlicherweise einerseits intensivst genutzte, dicht besiedelte Bezirke im Gebirgsinneren und andererseits junges, für intensive Nutzung geeignetes Schwemmland im Therai. Beide Bereiche ver-

mitteln keine für die hier behandelten Probleme belangvollen Erkenntnisse.

Ein Bild von den natürlichen Bodenlandschaften konnte deshalb nur aus den noch recht spärlichen Daten über die natürliche Bodendecke zusammen mit den geologischen und landschaftsmorphologischen Gegebenheiten gewonnen werden. Wir wollen es mit ausdrücklicher Betonung seiner Ergänzungsbedürftigkeit abschließend nochmals kurz zusammenfassen.

Älteste Reste von Verwitterungsdecken scheinen sich auf den Kalken des Mahabharat Lekh erhalten zu haben. Kalke sind klüftige Gesteine, die das Niederschlagswasser rasch in die Tiefe ableiten und so die Abspülung auf ihnen liegender Bodendecken verlangsamen oder weitgehend unterbinden.

Eine ebenfalls relativ alte Bodendecke hat sich in weiter Verbreitung auf Resten eines alten Reliefs in der Pahar-Zone erhalten. Es sind Rotlehme, die in einem warmen Klima mit ausgeprägtem Wechsel zwischen Regen- und Trockenzeit entstanden sein müssen.

Nach ihrer Entstehung haben intensive Hebungsvorgänge stattgefunden, was einerseits das in die Altlandschaft tief eingeschnittene Flußnetz und andererseits die mächtigen nach der Rotlehmbildung zur Ablagerung gekommenen Schotterfluren bezeugen. Nur älteste, hochgelegene Schotterterrassen tragen Rotlehme, die Sedimentfüllung der Becken von Pokhara und Kathmandu trägt nur junge, relativ wenig entwickelte Bodendecken.

Reste alter, allerdings brauner Böden, die vielfach hydromorph sind, haben sich auf sehr hohen Terrassen und Hangverebnungen in subalpinen Lagen des westlichen Khumbu und vielleicht gleichaltrig auch im Raum westlich von Pokhara erhalten. Auch diese alten Landformen bezeugen, daß nach ihrer Entstehung starke Hebungsvorgänge stattgefunden haben.

Die Becken von Pokhara und Kathmandu sind in großer Mächtigkeit von jungen klastischen Sedimenten verschüttet, wie solche auch das Vorland am Südfuß des Gebirges in großer Ausdehnung bedecken. Hier sind nur junge, zum Teil sehr junge Böden vorhanden, die das Stadium eines AC-Profiles meist noch nicht überschritten haben. Ein mehrmaliger Wechsel von Kalt- und Warmzeiten, der sich aus einem mehrfachen Wechsel von Akkumulations- und Erosionsphasen, im letzten Zeitabschnitt auch pollenanalytisch nachweisen läßt, fand in der Bodenbildung, soweit bisher bekannt ist, keinen Niederschlag.

Literatur

BOESCH, H., 1965: Morphologische Beobachtungen Ost-Nepal. Geographica Helv., 20, 77–83.

DOLLFUSS, O. USSELMANN, P., 1971: Recherches géomorphologiques dans le centre-ouest du Népal. CNRS, Paris.

FRANZ, H. u. KRAL, F., 1975: Pollenanalyse und Radiokarbondatierung einiger Proben aus dem Kathmandubecken und aus dem Raum von Jumla in Westnepal. Sitzber. Österr. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl., Abt. I., 184, 9–17.

GURUNG, H., 1971: Landscape Pattern of Nepal. The Himalayan Rev., 4, 1–10.

HORMANN, K., 1974: Die Terrassen an der Seti Khola — ein Beitrag zur quartären Morphogenese in Zentralnepal. Erdkunde 28/3, 161–176.

LOMBARD, A., 1958: Un itinéraire géologique dans l'est du Nepal. Denkschr. Schweiz Naturf. Ges., 77/1.

MÜLLER, H., 1976: Mineralogische und chemische Untersuchungen von Rotlehmen aus Nepal. Sitzber. Österr. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl., Abb. I (im Druck).

NAUTIYAL, S. P. u. SHARMA, P. N., 1961: A Geological Report on the Groundwater Investigation of Kathmandu Valley. Geol. Survery of India, 45 S.